

PERCOBAAN PENYERAPAN LIMBAH INDUSTRI MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI BATUBARA TANJUNG TABALONG, KALIMANTAN SELATAN

M. Ulum A. Gani

Pusat Penelitian Geoteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Jl. Cicitu-Sangkuriang, Bandung 40135, Tlp : 022-2507771, Fax :022-2504593

E-mail: ulumgany@yahoo.com; ulumgany@techie.com

Abstrak

Penelitian kemampuan penyerapan karbon aktif dari batubara Tanjung Tabalong, Kalimantan Selatan telah dilakukan terhadap unsur-unsur organik dan un organic dalam limbah industri untuk identifikasi kemampuan penyerapan carbon aktif untuk memurnikan limbah industri. Peneltian terdiri dari proses karbonisasi dan aktivasi serta percobaan kemampuan penyerapam karbon aktif. Proses karbonisasi dilakukan pada suhu 600°C yang menghasilkan semikokas, sedangkan proses aktivasi dilakukan terhadap semikokas pada suhu 700°C dengan waktu aktivasi 120 menit yang menghasilkan karbon aktif. Percobaan kemampuan penyerapan karbon aktif dilakukan terhadap limbah COD (chemical oxygen demand). Parameter yang digunakan adalah 2,5 dan 9 grm karbon aktif masing-masing untuk 250 ml dan 300 ml limbah COD dengan masing-masing waktu pengadukan 30,60 dan 90 menit. Hasil percobaan yang dianalisa dengan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) menunjukkan bahwa penggunaan 2,5 grm karbon aktif dapat menyerap limbah COD masing-masing sebesar 6.9-67,5 % sedangkan untuk pemakaian 9 grm masing-masing dapat menyerap COD sebesar 88,9-100 % Makin tinggi karbon aktif dan makin lama waktu pengadukan yang digunakan dalam percobaan ini, maka semakin tinggi pula kemampuan penyerapan limbah COD.

Abstract

Research of Industrial Wastewater Absorption using Coal Activated Carbon from Tanjung Tabalong South Kalimantan. The research of absorbing capability of carbon active from Tanjung Tabalong coal was carried out to organic and unorganic elements in industrial waste to identify the absorption capability of carbon active coal for refining of industrial waste. The research comprised of carbonization and activation process as well as the experimentation of the active-carbon absorption capability. The carbonization process was carried out at low temperature of 600oC which produced semi-coke, while activation process was carried out to semi coke at temperature of 700oC with activation time of 120 minutes which produced active carbon. The experimentation of absorption capability was performed to COD (Chemical Oxygen Demand). Parameters studied are 2.5 and 9.0 grms active carbon for 250 ml and 300 ml to COD waste with agitation time of 30; 60 and 90 minutes respectively. The result of experimentation both absorption of COD were analyzed with AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) shown that the utilization of 2.5 grm active carbon can absorp COD waste ranging of 6.9-67.5 grm. While for the utilization of 9 grms can absorp COD waste ranging of 88.9-100 %. The higher of active carbon and the longer time of agitation used in this experiment, the higher the absorption of COD and TSS.

Keywords: absorption, active carbon, carbonization, COD waste, semi-coke

1. Pendahuluan

Limbah yang berasal dari beberapa industri telah diketahui berpotensi besar dapat mencemari lingkungan. Limbah tersebut biasanya berupa cairan, padatan dan gas. Limbah cairan yang berasal dari industri itu

berbahaya terutama dapat mengakibatkan gatal-gatal pada anggota tubuh manusia dan mencemari sumber air yang banyak digunakan untuk kehidupan masyarakat. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dilakukan upaya-upaya untuk menghilangkan atau mengurangi pengotor yang terdapat di dalam limbah tersebut, salah

satu metode untuk menghilangkan pengotor tersebut adalah dengan metode penyerapan. Bahan penyerap yang sering atau populer digunakan adalah karbon aktif yang berasal dari batubara yang mempunyai potensi yang cukup besar, karena batubara sebagai bahan baku untuk pembuatan karbon aktif cukup besar dan tersebar hampir diseluruh Indonesia. Berdasarkan data dari Direktorat Batubara, Departemen Sumberdaya mineral dan Energi, 2003 [1], maka sumberdaya batubara Indonesia diperkirakan 57, 85 milyar dan kebanyakan terdapat di Sumatera Selatan dan peringkat rendah.

Penelitian terdiri dari proses karbonisasi dan aktivasi serta percobaan kemampuan penyerapan karbon aktif. Proses karbonisasi dilakukan pada suhu 600°C yang menghasilkan semikokas, sedangkan proses aktivasi dilakukan terhadap semikokas pada suhu 700°C dengan waktu aktivasi 120 menit yang menghasilkan karbon aktif. Percobaan kemampuan penyerapan karbon aktif dilakukan terhadap limbah COD (*chemical oxygen demand*). Parameter yang digunakan adalah 2,5 dan 9 grm karbon aktif masing-masing untuk 250 ml dan 300 ml limbah COD dan TSS dengan masing-masing waktu pengadukan 30,60 dan 90 menit.

Karbon aktif merupakan arang padat yang telah diproses lebih lanjut sehingga memiliki sifat daya serap. Kemampuan serap ditimbulkan karena terbentuknya pori-pori pada arang tersebut akibat proses karbonisasi yang dilanjutkan dengan proses aktivasi. Karakteristik karbon aktif dipengaruhi oleh jenis bahan baku dan kondisi pembuatannya (aktivasi kimia/aktivasi fisika) [2]. Penggunaan karbon aktif lainnya adalah sebagai *decolourizing* (penghilang warna), *deodorizing* (penghilang bau), *water purification* (pemurnian air), *waste treatment* (pengolahan limbah cair atau gas) [3].

Fungsi utama karbon aktif dalam berbagai industri adalah sebagai media penyerap, sehingga dengan demikian perlu dilakukan penelitian daya serap yang dinyatakan dengan angka iodine number dan pemanfaatan karbon aktif yang berasal dari batubara. Batubara yang digunakan adalah batubara yang berasal dari Tanjung Tabalong, Kalimantan Selatan [4]. Hasil percobaan yang dianalisis dengan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) untuk mengetahui daya serap karbon aktif tersebut terhadap kedua contoh limbah industri yang digunakan.

2. Metode Penelitian

Karakteristik Batubara. Analisis yang digunakan untuk mengetahui karakteristik batubara Tanjung Tabalong, Kalimantan Selatan terdiri atas analisis proksimat, analisis ultimat dan penentuan nilai kalor.

- Analisis proksimat; Analisa proksimat dilakukan dengan standar ASTM [5], terdiri atas analisis

kadar air lembab, kandungan abu, zat terbang dan karbon padat. Kadar air lembab ditentukan dengan cara menghitung selisih berat dari contoh batubara yang dipanaskan pada suhu 105 - 110°C selama ± 1 jam, untuk kadar abu sejumlah tertentu sampel batubara diabukan pada suhu 750 - 800°C sampai pengabuan sempurna, kadar abu ditentukan dengan cara menghitung bobot abu dibagi bobot contoh sedangkan kadar zat terbang ditentukan dengan cara menghitung selisih berat dari contoh yang dipanaskan pada suhu 900°C selama 7 menit tanpa oksidasi pada keadaan standar, kemudian dikoreksi terhadap nilai air lembab. Penentuan zat terbang ini berdasarkan British Standart 1016. Kadar karbon padat dihitung selisih kadar air lembab, abu dan zat terbang dari 100 % batubara total.

- Penentuan nilai kalor; Nilai kalor ditentukan dengan cara membakar contoh batubara di dalam *bom calorimeter* pada kondisi standar. Kalor yang dihasilkan dihitung dari perubahan suhu sebelum dan sesudah pembakaran. Cara ini berdasarkan British Standard 1016, pada percobaan ini nilai kalor sudah diketahui adalah 5.772 kcal/kg.

Batubara Hasil Karbonisasi. Dalam tahap karbonisasi, bahan baku dipanaskan tanpa udara dan penambahan zat kimia. Tujuan karbonisasi adalah untuk menghilangkan zat terbang dan gas-gas lain yang ada dalam batubara. Proses karbonisasi pada temperatur 600°C.

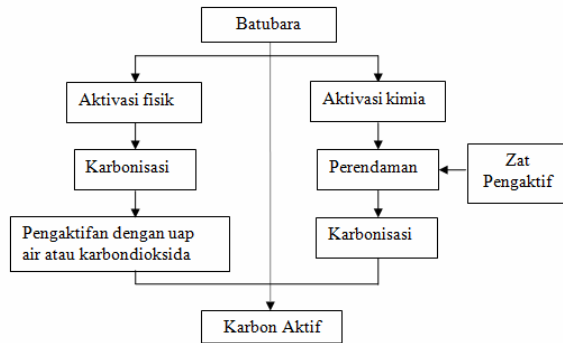
Pembuatan Karbon Aktif. Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan dua tahapan yaitu proses karbonisasi dan aktivasi [2], [6], lihat Gambar 1. Proses karbonisasi dilakukan pada suhu 600°C yang menghasilkan semikokas, sedangkan proses aktivasi dilakukan terhadap semikokas pada suhu 700°C dengan waktu aktivasi 120 menit yang menghasilkan karbon aktif.

Tabel 1. Hasil analisis proksimat dan nilai kalor batubara untuk karbon aktif

Analisis (Adb)	Hasil Analisis
Air lembab (%)	17,40
Abu (%)	1,01
Zat terbang (%)	40,63
Karbon padat (%)	40,96
Nilai kalor kcal/kg	5.772

Tabel 2. Hasil analisis karbonisasi

Analisis	Hasil Analisis (%)
Air	8,32
Abu	1,31
Zat terbang	38,02
Karbon padat	52,35



Gambar 1. Bagan alir pembuatan karbon aktif

Perolehan dan Kehilangan Karbon Aktif. Setelah proses aktivasi ada beberapa material komponen yang hilang. Perbandingan berat antara batubara hasil proses aktivasi dengan batubara sebelum proses aktivasi disebut persen perolehan proses aktivasi, sedangkan proses kehilangan adalah perbandingan berat antara batubara yang hilang setelah proses aktivasi dengan berat batubara sebelum proses aktivasi (lihat Tabel 3).

Percobaan Kemampuan daya Serap. Untuk menguji kemampuan daya serap dari karbon aktif yang didapatkan, maka digunakan limbah industri COD (*Chemical Oxygen Demand*) dari tiga macam tempat pengambilan yaitu : Limbah A (Input), Limbah B (Proses), dan Limbah C (Output).

Hasil analisis dari masing-masing limbah dapat dilihat pada Tabel 4, sedangkan parameter percobaan yang dilakukan adalah :

Tabel 3. Perolehan dan kehilangan karbon aktif

No	Cwg	Waktu (mnt)	Berat Cawang (grm)	Berat Cawang + Contoh sbml akty (grm)	Semi Kokas (grm)	Berat Cawang+ Contoh stlh akty (grm)	Berat Karbon aktif (grm)	Prolehan (%)	Kehilangan (%)
1	I	120	17,7883	20.3974	2.6091	18.8089	1.0206	39.12	60.88
	II	120	18.182	21.1194	2.9374	18.6677	0.4857	16.53	83.46
	III	120	16.9879	20.1389	3.151	17.1251	0.1372	4.354	95.65
2	I	120	17.7863	20.866	3.0797	19.3193	1.533	49.78	50.22
	II	120	17.401	20.2894	2.8884	17.9788	0.5778	20	80.00
	III	120	18.8586	21.4843	2.6257	18.9013	0.0427	1.63	98.37
3	I	120	18.1823	21.0437	2.8614	19.9915	1.8092	63.23	36.77
	II	120	16.9882	20.0436	3.0554	18.3333	1.3451	44.02	55.98
	III	120	19.1242	21.7533	2.6291	19.2435	0.1193	4.54	95.46
4	I	120	17.7864	20.4936	2.7072	19.4605	1.6741	61.84	38.16
	II	120	18.8598	21.2453	2.3855	19.8228	0.963	40.37	59.63
	III	120	13.3485	15.8051	2.4566	13.4616	0.1131	4.6	4.6

- Berat 2,5 grm karbon aktif untuk 250 ml limbah
- Berat 9 grn karbon aktif untuk 300 ml limbah
- Waktu pengadukan 30,60, dan 90 menit.

Prosedur Percobaan

- Timbang karbon aktif 2, 5 grm kemudian masukkan kedalam gelas ukur
- Tambahkan larutan limbah 250 ml COD kedalam gelas ukur
- Diaduk dengan waktu yang berbeda 30, 60 dan 90 menit
- Disaring
- Larutan hasil saringan diuji atau dianalisis hasilnya
- Cara yang sama dilakukan pada karbon aktif 9 grm dengan 350 ml limbah COD

Percobaan penyerapan karbon aktif 2,5 dan 9 grm terhadap 250 dan 300 ml limbah COD dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 4. Hasil analisis awal COD, TSS dan pH pada larutan limbah

No.	Kode contoh	Hasil Analisis	
		pH	COD mg/L
1	A (Input)	6,94	305
2	B (Proses)	7,33	409
3	C (Output)	7,39	55

Tabel 5. Penyerapan 250 ml limbah COD dalam 2,5 grm karbon aktif

Sumber Limbah	Massa karbon aktif	Waktu pengadukan	COD (mg/l)	% COD	pH	Kenaikan pH
A (250ml)	2,5 grm	0	305	0	6,9	0
		30	284	6,9	7,7	0,6
		60	264	13,4	7,8	0,9
		90	230	24,6	7,7	0,8
B (250ml)	2,5 grm	0	409	0	7,3	0
		30	329	19,5	7,5	0,2
		60	293	28,4	7,5	0,2
		90	282	31,1	7,6	0,3
C (250ml)	2,5 grm	0	55	0	7,4	0
		30	23	58,2	7,4	0
		60	25	54,5	7,5	0,1
		90	18	67,3	7,8	0,4

Tabel 6. Penyerapan 300 ml limbah COD dalam 9 grm karbon aktif

Sumber Limbah	Massa karbon aktif	Waktu pengadukan	COD (mg/l)	% COD	pH	Kenaikan pH
A (300ml)	9 grm	0	305	0	6,9	0
		30	282	7,5	7,5	0,6
		60	113	62,9	7,4	0,5
		90	96	68,5	7,3	0,4
B (300ml)	9 grm	0	409	0	7,3	0
		30	160	60,9	7,6	0,3
		60	79	80,7	7,6	0,3
		90	53	87	7,5	0,2
C (300ml)	9 grm	0	55	0	7,4	0
		30	25	54,5	7,8	0,4
		60	19	65,5	7,9	0,5
		90	15	72,7	7,9	0,5

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis proksimat (Tabel 1) yang dikaitkan dengan klasifikasi Internasional Batubara (International Petroleum CO LTD, 1979) dan klasifikasi peringkat batubara berdasarkan [7], maka dengan rasio karbon tertambat dengan volail matter sebesar 1,008, maka batubara Tanjung Tabalong, Kalimantan Selatan diklasifikasikan sebagai batubara Bituminous High Volatile (lihat Tabel 7)

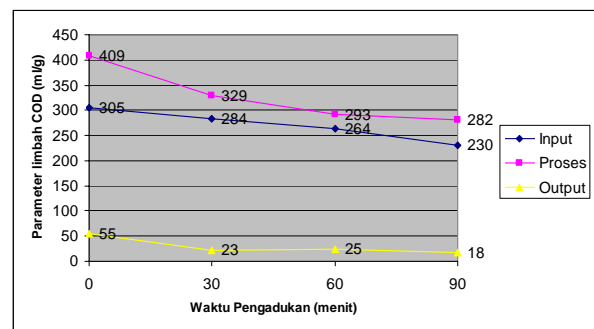
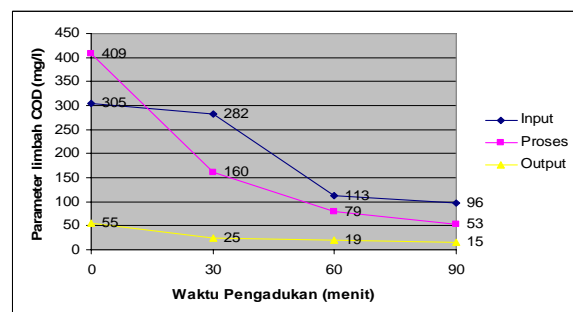
Tabel 7. Klasifikasi internasional batubara (International Petroleum Co, LTD, 1979)

Kelas	Rasio	Tipe Batubara
1	92	Coke
2	24	Anthrasite
3	4,3	Semi Bituminous
4	2,8	Bituminous Low Volatile
5	1,9	Bituminous Medium Volatile
6	1,3	Bituminous High Volatile
7	0,4	Lignite

Pada proses karbonisasi pori-pori menjadi lebih besar namun mempunyai kapasitas penyerapan dan permukaan yang lebih kecil, karena sebagian dari pori-pori ini masih tertutup, sehingga untuk memperbesar pori-pori tersebut maka dilakukan proses aktivasi [2]. Pada proses aktivasi perolehan karbon aktif yang terendah 1,63 % dengan kehilangan tertinggi 98,37 % dan perolehan yang tertinggi 73,23 % dengan kehilangan terendah 26,77 % (lihat Tabel 3). Perolehan karbon aktif terendah karena adanya aliran uap yang terlalu cepat, sehingga menyebabkan terjadinya oksidasi [8].

Karbon aktif hasil proses aktivasi mempunyai kemampuan daya serap yang masih rendah yang ditunjukkan oleh *iodine number* karbon aktifnya sebesar 325 ml/g dibandingkan dengan *iodine number* karbon aktif import yang lebih besar dari 1000 ml/g [9].

Pada pemantauan penyerapan karbonaktif 2,5 grm dan 9 grm terhadap limbah COD yang masing-masing sebesar 250 dan 300 ml dengan waktu pengadukan 30,60,90 menit (lihat Gambar 2 dan 3). Hasil percobaan daya serap limbah COD tersebut menunjukkan bahwa makin lama waktu pengadukan dan semakin berat karbon aktif yang digunakan, maka semakin besar pengurangan limbah [9].

**Gambar 2. Grafik hubungan waktu pengadukan dengan 2,5 gram karbon aktif terhadap parameter limbah COD****Gambar 3. Grafik hubungan waktu pengadukan dengan 9 gram karbon aktif terhadap parameter limbah COD**

Dengan waktu pengadukan yang lebih lama, maka larutan limbah yang mengandung COD bisa melewati pori-pori lebih lama, sehingga semakin banyak pori-pori yang bisa dilewati, maka semakin besar kontak larutan limbah dengan karbon aktif dan larutan limbah yang melekat semakin banyak [8].

Semakin besar massa karbon aktif yang digunakan, maka akan lebih banyak pula karbon aktif tersebut menyerap kandungan COD yang ada dalam limbah yang ditunjukkan oleh nilai optimal penyerapan limbah dengan massa karbon aktif 2, 5 dan 9 grm, masing-masing dapat menyerap limbah sebesar 67,3 dan 87 %.

4. Kesimpulan

Penggunaan karbon aktif yang didapatkan dari hasil karbonisasi dan aktivasi dari batubara Tanjung Tabalong, Kalimantan Selatan untuk menyerap limbah industri (COD) menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengadukan dan semakin besar massa karbon aktif yang digunakan, maka semakin besar pengurangan limbah yang dapat diserap pada limbah COD yang ditunjukkan oleh hasil optimal pada pemakaian massa karbon aktif 2,5 dan 9 grm dengan hasil masing-masing sebesar 67,3 dan 72,7 %. Daya serap karbon aktif ini belum optimal karena nilai *iodine number* yang rendah sebesar 325 ml/g dibandingkan dengan *iodine number* karbon aktif import sebesar 1000 ml/g.

Daftar Acuan

- [1] Direktorat Batubara, Potensi Sumber Daya Batubara di Indonesia, Departemen Sumberdaya Mineral dan Energi, Jakarta, 2003.
- [2] Hassler JW., Purification With Activated Carbon, Specialist in Activated Carbon, Reseach, Manufacture, Marketing, Chemical Publising Co. Inc, New York, 1974.
- [3] Benefield, Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment, Prentice Hall Inc, New Jersey, 1982.
- [4] Smisek., M, RNDr, Active Carbon, Manufacture, Properties, And Application, Institute of Physical Chemistry, Czenhoslovak Academy of Sciennce, Prague, Elsevier Publishing Company, Amsterdam-London-New York, 1970.
- [5] ASTM, Sampling and Analyses of Coal and Cokes, D271-248, New York, 1982
- [6] Ningrum, SN., MSC, Pembuatan karbon aktif dari Batubara Peringkat Rendah, PPPTMB, Departemen Sumberdaya Mineral dan Energi, Bandung, 2002.
- [7] Cook, A.C And G.E Edward., Vitritine Content and Coke Strength, Wollonggong University, Wollonggong, 1971.
- [8] Dubini MM., Porous Structure And Adsorption Properties of Active Carbon, Institute of Physical Chemistry, USSR Academy of Science Moscow, USSR, 1966.
- [9] Kurniawan, D, Pengamatan Pengaruh Peringkat Batubara terhadap Daya Serap (iodine) Karbon Aktif, Skripsi UNISBA, Bandung, 2004.